

地質図のいろいろ

黒田 和男

地質図とは ある地域内の地質の状態 言いかえれば 岩石の種類と その種類ごとの分布のようすを 平面図として色や模様や記号を用いてあらわしたものである。

この平面図のうえには 岩石相互間の移りかわりのようす たとえば整合・不整合・断層などの区別 褶曲の頂部や底部 褶曲軸ののびの方向 層理面・節理面の傾きや流理線の方角を測定した場所とその測定値 化石や鉱石の産出位置などがつけ加えられて 地質の状態がわかりやすくなっている。

さらに 地質図はふつうの地形図の上に描かれている。この地図を基図と呼び 正式には等高線式地形図がこれに使用され 地質の判読をいっそう容易にしている。

地質図幅は 地質図の1種類であるが これはある国またはある地方を一定の基準にしたがった枠組みで分割し 個々のマス目内の地質をほぼ一定の図式で表現して となりあわせのものを順番につないでも全体としてまっまって見えるように作ったものを とくにこういう。枠組みの基準には 通常経線と緯線が用いられている。

世界中の多くの国は 地質調査を基本事業にとり入れ その成果を地質図幅として出版している。その目的とするところは 地質の調査・研究成果を一般大衆にひろく発表して 科学および鉱工業技術の進展に寄与する点にある。いつでも どこでも 誰にでも容易に手に入れて利用できること それを読めば一定の精度で地質の状態が理解されること これが地質図幅につけられた条件である。

地質の研究と地質図作成

地質の状態を知ることの内容を要約すると 地域を構成するすべての岩石の

- (1) できたところ (地表か地下か)
- (2) できた時代 (古いか新しいか)

がわかり これを組み合わされて地史を編むことができるということになる。地質図は地史に基づいて描かれたものであるから 地質の状態を知る—地史を編む—地質図を描くことは それぞれ全く同じ意味 内容をもつということも了解される。さて 地質図に基準をおいて地質の研究を分類すると次のようになる。

(a) 地質図を正しく描くための研究 それには 岩石のできたところ できた時代が何かの手がかりをもとにして決められねばならない。その手がかりとしては

- 特定の化石・化石群
- 特定の鉱物
- 岩石の組織・構造
- 特殊の元素・微量元素・同位元素

などがあり 研究者の手で発表される数多くの地質図は 独特の手がかりを 基準とくに時代の尺度とし その尺度にしたがってその研究者が描いたものである。したがって 手がかりが違えば 同じ地域であっても違った地質図ができるのがあたりまえで 一致するのがあれば 偶然に近いとさえ言える。地質学の研究の多くは い

国名	縮尺	100万分の1以上	50万分の1以下	25万分の1以上	10万分の1以上	5万分の1以上	5万分の1以下
日本			1:500,000		1:200,000	1:50,000	
アメリカ					1:125,000	1:62,500	1:31,250
イギリス			1:253,440			1:63,360	1:24,000
ドイツ(西ドイツ)			1:250,000		1:100,000		1:25,000
フランス				1:320,000		1:80,000	
イタリア	1:1,000,000				1:100,000		
スペイン				1:400,000	(1:200,000)	1:50,000	
ポルトガル			1:500,000		1:100,000		
スイス					1:100,000		1:25,000
スウェーデン				1:400,000	1:200,000	1:50,000	
フィンランド				1:400,000	1:100,000		
オーストリア						1:50,000	
ベルギー							1:40,000
ソ連	1:1,000,000	1:500,000			1:200,000	1:50,000	1:20,000
スウェーデン	1:1,000,000						
アルジェリア						1:50,000	1:20,000
セロツゴ			1:500,000	1:200,000	1:100,000		
カメルーン			1:500,000				
エラス州(南アフリカ)	1:2,000,000		1:500,000				
ベネチア州(イタリア)	1:1,000,000				1:200,000		
タンザニア	1:2,000,000				1:125,000		
南アフリカ	1:1,000,000			1:250,000	1:125,000		1:25,000
マダガスカル	1:1,000,000				1:100,000	1:200,000	
ブラジル	1:1,000,000				1:100,000		
アルゼンチン					1:200,000		
コロンビア					1:200,000		
フランス領ギニア	1:2,000,000				1:100,000		
カナダ			1:253,440			1:63,360	
イスラエル					1:100,000		
セイロン						1:63,360	
オーストラリア(南オーストラリア)			1:253,440				
(南オーストラリア)			1:253,440			1:63,360	
(オーストラリア)			1:253,440				
(ニューギニア)			1:253,440				
(ビスマリア)							
(タスマニア)						(1:31,680)	
ニュージーランド						1:63,360	
フィジー			1:250,000			1:63,360	

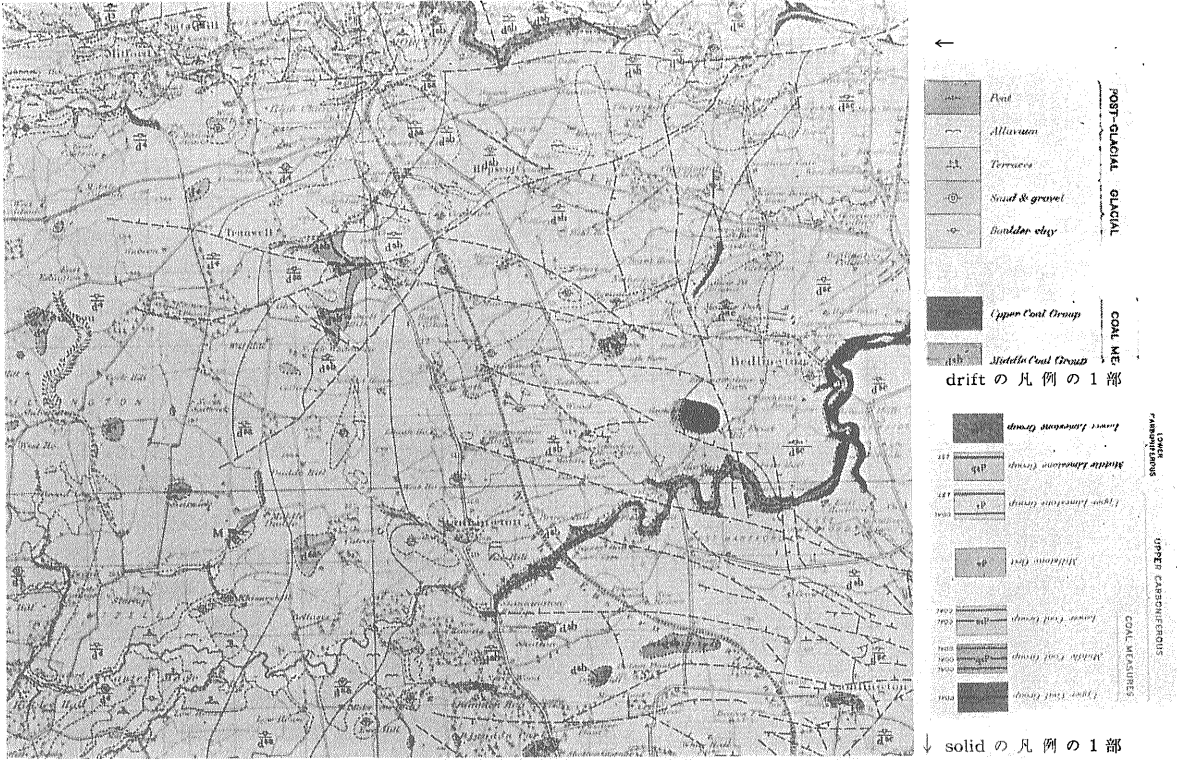
●地質図幅を出版している国または地方について、その縮尺別にした ●大部分は1850～50年の資料による ●総合地質図形式の図幅は省略した ●1:63,360=1インチ:1マイル ●1:253,440=1インチ:4マイル

第1表 地質図幅の縮尺例

まなお この分野を占めている。

知って どのような物理的 化学的性質をもつかを判断
するための研究 その性質が条件が変るとどのように変
化するかを知る研究などが属し 広い意味での応用地質
の分野に入れられるものである。

(b) 地質図から ある特定の岩石の広がりを知る
ための研究 これには岩石のできた場所と時代を



第1図
 イギリスの
 1インチ：
 1マイル
 地質図幅
 上は
 drift
 下は
 solid



この分野は 広く地下資源の開発に役立つだけでなく 土木・建築その他各種の事業に資料を提供するなどの実際の効果があり 地質図幅が有効に広く利用されるためには この分野の研究がもっと重視され 発展されねばならない。 要するに 地質図ができあがるときには

- 地質図を作る方法の研究
- 地質図をよむ方法の研究

が判然と区別されるが 両者は車の両輪であり 実際面で差別されることは許されるべきでない。

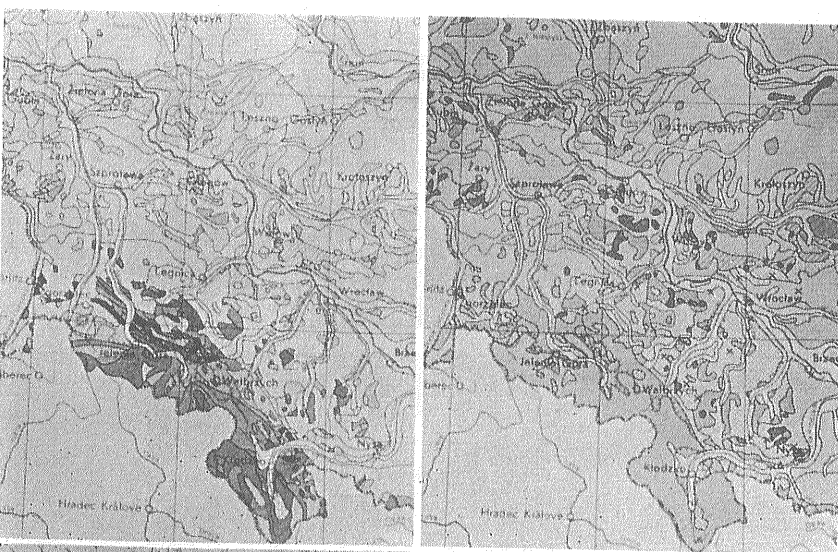
地下地質図と表層地質図

地質図は地殻の最表層部 岩石圏と気圏との境界位置における岩石の分布状態をあらわすのが原則である。

したがって 地表で水におおわれている所以外は かならず何かの地質区分に入れられている。

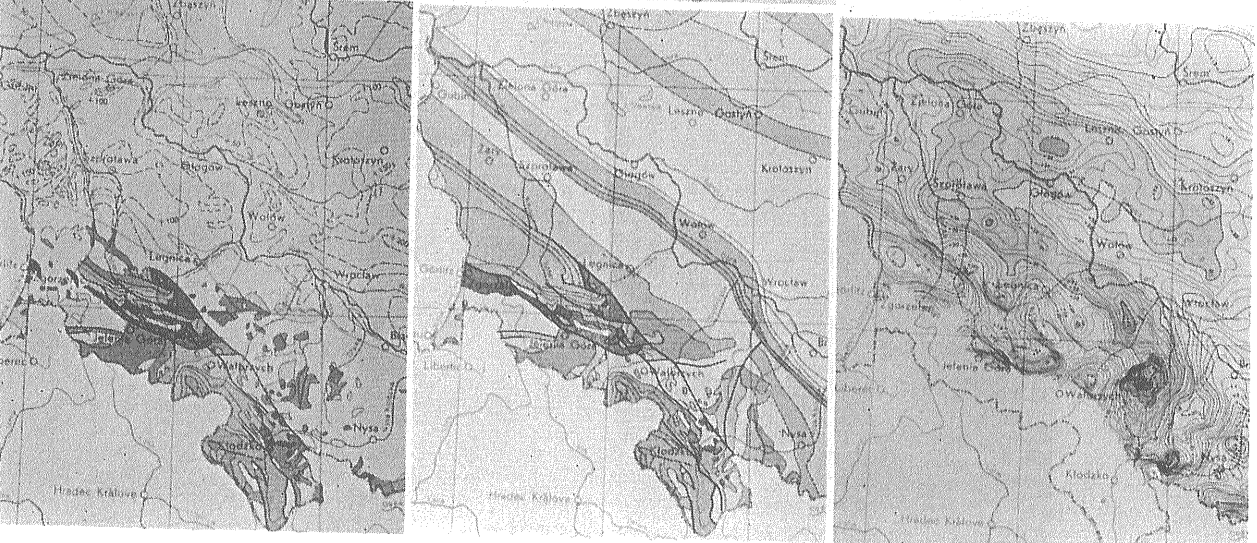
しかし地表には ふつう表土や土壌があらわれていて 岩石が出ているのはまれである。 地質図では 表土のうちの残積土 (residual soil) は それを生産した岩石と同じとみなし 運積土 (transported soil) と堆積土 (sedimentary soil) はもとの岩石からは切りはなして それより若い別種の地層として取り扱っている。 したがって地表が残積土以外の表土で厚くおおわれている場合には その下にかくされている岩盤・基盤の岩石の種類や地質構造は 崖ふちや谷底のように 岩盤が露出しているところではか図上に表現することができない。

もし 表土層でおおわれている岩石の分布や地質構造を図示したいときは じやまになる表土をとり除いたと仮定して 地質図を作らねばならない。



第 1 図 は イギリスの 1 インチ : 1 マイル 地質図幅である。 同じ区画地域について 「表土層」を入れて作った地質図を “drift” 「表土層」をとり除いて作った地質図を “Solid” と呼んでいる。 この 2 つは同じ版を用い “drift” では基盤をなす地層の断面図 地質柱状図の塗色を省略し “solid” では表土層を塗色するかわりに その下の地層を塗り分けている。

この図の地域のほぼ 90% の面積は氷河に関する堆積層 (第四系) でおおわれており それを図示しては その下にある夾炭層を



第 2 図 ポーランドの 200 万分の 1 地質図帖 (Atlas Géologique de Pologne) (上図左から①② 下図左から③④⑤)

含む石炭系の地層の地質構造が表現されない。“solid”によって夾炭層のようすが明らかになってくる。

第 2 図 は ポーランドの 200 万分の 1 地質図帖 (Atlas Géologique de Pologne) で 5 枚の図葉に分かれており 次のような内容となっている。

- 図 葉 1 一般地質図 “drift” に相当するもの
- 図 葉 2 第四紀層図 第四紀層を堆積環境と堆積時代ごとに細分し 先第四紀層は一括して塗色してある
- 図 葉 3 地質図 (第四紀層を省略) 同時に第四紀層の下限深度が 深度等値線として入れられている
- 図 葉 4 地質図 (第四紀層・第三紀層を省略) 第三紀層の下限深度が 深度等値線として入れられている。
- 図 葉 5 重力図 ブーゲー異状値が等値線で描かれさらに 10 mgal ごとに塗色の差がつけられて 起伏模様が一見してわかるようになっている

以上 5 枚を連続して読むことにより 表層から地下かなりの深さまでの地質が理解される。

日本の地質図幅は“drift”の方式で一貫されているが将来は“solid”の方式を ことに平野部についてとりいれねばならない。しかし それには現在以上に 地下探査資料 深井戸地質柱状資料を統一された方法で収集・解説せねばなるまい。日本の地質は イギリスカナダの例のように 中〜古生界や先カンブリア系を直接 第四系がおおっている状態 言いかえれば基盤と「表土層」が簡単に区別できる条件でないの で 地質を描きだす方法も 困難が予想される。

空 中 磁 気 図

磁気探査は 地磁気の局地的な変化を検出して 地殻の表層付近に分布する岩石の磁気的性質を考察するもので 直接には磁性鉱床の探査に役立つが それぞれの岩石にある固有の磁気的性質がわかれば 間接に地下構造や地質の探査に利用することができる。

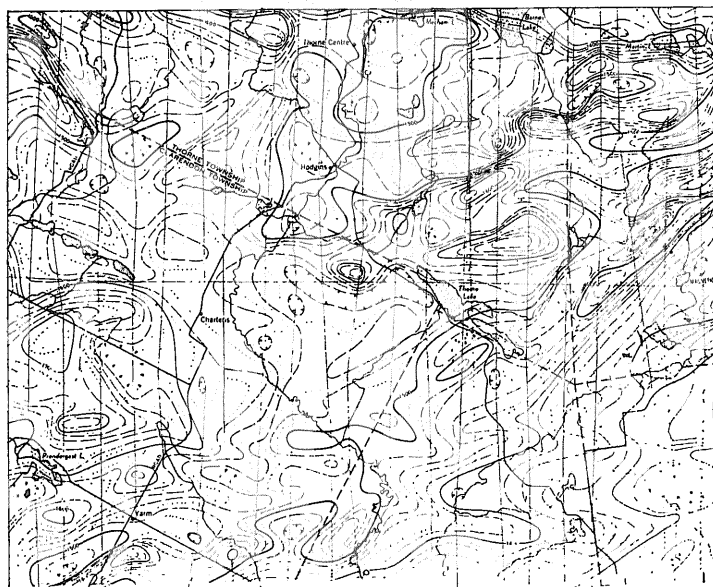
空中磁気探査は 飛行機またはヘリコプターに特殊の磁力計を積んで 地磁気的全磁力の変化を連続的に測定 記録するものである。したがって条件さえ許せば 陸路から接近す

るのに非常に困難な未開の原野でも簡単に地質を推察することができるので 1945年以来 空中磁力計の発達とともに各国で 地質および地下資源の予察・探査に活用されることとなった。カナダ イギリス オーストラリア アメリカ ソ連等では 広くこの方面に利用すると同時に 空中磁気図を図幅形式で出版するようになっている。

第 3 図 は カナダ地質調査所の 1 インチ : 1 マイル縮尺空中磁気図幅で 緯線 30' 経線 15' で切った枠組みのなかに 磁力分布が 全磁力等値曲線として表現されている。全磁力分布のデータは 図上に示してある南北方向の飛行経路に沿って連続的に測定した値をコンパイルしたものである。地質の状態は 等値曲線によって描かれる全磁力の起伏模様から判読する。図の右下枠外には

- 高い磁気異状値は 通常鉄の含有量が比較的多い輝緑岩はんれい岩又は蛇紋岩などの塩基性の岩石の存在を示すが特例として 磁性鉱床あるいは磁性の鉱物に起因する場合も予想される
- 磁気異状は 基盤岩石 (basement rock) のありかたにもとづく この変化のあらわれかた — すなわち等値曲線の描く模様 — は 基盤岩石の深度 基盤岩石の鉱物組成の差のどちらかがもたらしたものである 高い異状値は岩石中の磁鉄鉱含有量の増加によるものと考えられるが 微少な強度変化は 上記の理由によるものである

等の簡単な説明がある。なお「By means of the magnetic anomalies, various rock bodies or structural features such as faults or folds, may be traced by the geologist into, or across areas of few or no outcrops.

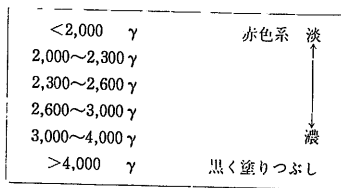


第 3 図 カナダ地質調査所の 1 インチ : 1 マイル縮尺の空中磁気図幅

In many instances, however, no interpretation of particular anomalies may be possible without further geological information.」の註記は 探査の概念をよく言いあらわしている。

第4図は 1インチ:1マイル図の16枚をまとめて1インチ:4マイル図としたものである。図上左側の枠外の凡例には「飛行経路その他は省略したこと地磁気の全磁力の絶対値が必要ならば 等値線からよみとられる数値に 59,000 γ の値を加えること ただし“interpretation” だけならば 59,000 γ は必要でない」という意味のことが書いてある。

等値曲線の間隔は 100 γ で 赤色系の色で段階が次のようにつけられている。



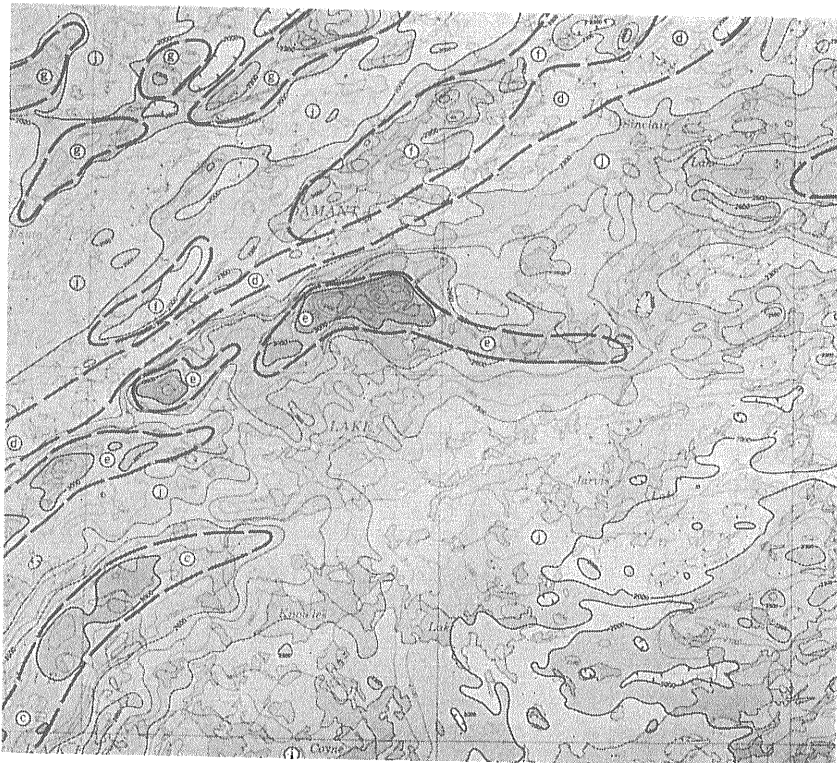
計曲線 500 γ 主曲線 100 γ
飛行高度は 地表から 1,000 ft (\approx 300 m)

図の左側枠外には 全地域を 磁場の強

さ等値線の形などから地質を判読した結果が記述され従来この地域に関してなされた地質調査の成果と対照させてある。結論だけを下表にまとめてみる。

ある地域の地質を推定するのに 飛行機から地表を一種の走査法で測定し その結果を平面図または断面図にコンパイルして地質を判読する方法は 測定技術や精度さえ許せば手っとり早い。いま述べた空中磁気探査もその1方法であるが 遠赤外線 レーダー E.M法などにその可能性が認められつつある。

区分	岩石の推定	磁力の起伏形態
a	basic phase of granodiorite	+700~800 γ
b	1) basic phase of gneissic granodiorite又はmeta-gabbro 2) basic gneiss	+最大 1,500 γ
c	basic paragneiss	+200~700 γ
d	non-magnetic paragneiss	-100~500 γ
e-f	basic phase of paragneiss	+
g	ferromagnetic phase of gneissic granodiorite	低~中低度
h	gabbro又はultra basic	+200 γ 以上
i	ferromagnetic phase of granodiorite~granitic gneiss	弱
j	1) massive granite 2) massive~gneissic granite, granodiorite slightly ferromagnetic paragneiss	magnetic background



↑ 下図の説明

第4図
空中磁気図幅

1インチ:1マイル図を16枚まとめて1インチ:4マイル図としたもの

土 木 地 質 図

もし地質の状態——個々の岩石についての岩石学的記載——が地質図または説明書で十分くわしくなされているならば その岩石の工学的性質 すなわち

- (1) 風化 侵蝕に対する抵抗性
- (2) 透水性
- (3) 力学的な安定度 又は強さ

を経験的に判断して 土木建築工事に対する設計・見積りの資料とすることができる。したがって ふつうの地質図は 同時に予察土木地質図となりうる性質を兼ねている。他方 土木建築工事は極端に言えば その時その時に応じてその土地条件に適した施工方法があり 地質の精査は 土木調査のなかで改めて行なわれるので ひとつの計画をあらかじめ予想して いわゆる「土木地質図幅」を作るのはきわめて困難である。

日本で「表層地質図」と称し 作業段階に入っている地質図があるが これはとくに 岩石・岩盤の強度を表現の中にとり入れた一種の土木地質図である。しかし 土木工事だけでなく 農業・林業その他に結びつく地質の要素としては 風化性と透水性の方がより重要であって この方面の開発が望まれる。

第 6 図 は アメリカの多目的地質図である。この基図は 等高線式地形図でなく 集成写真をそのまま用いている点に注目される。枠外下側には かなり詳細に地質が説明されており 右側にはマス目が組まれていて 各地質単位ごとに

- (a) 地質単位 の名称
- (b) 地層を構成する岩石名と簡単な岩石学的記載
- (c) 地層の厚さ
- (d) 地層の生成環境
- (e) 下位層との累重関係
- (f) 割れ目の発達状況
- (g) 露出の状況と地形上の特性
- (h) 排水・透水性
- (i) 斜面の安定性
- (j) 工事の難易度

が 次に示される表現で 記述されている。

なお この地域はコロラド河大峽谷の北方に当たりコロラド河の谷壁断面にみられる地層の累重状態がそのままの傾斜で続いて それぞれの岩石ごとの性質の差が 忠実に地形にあらわれているいわば 地形地質学の標式地である。

Fracture and Joints

- * None
- * Vague
- * Vague in sandy material to prominent in silt
- * Closely spaced but inconspicuous joints
- * Generally inconspicuous but prominent in limestone beds and in massive gypsum.
- * Joints widely spaced but very prominent. Some joints extends entire thickness of formation.
- * Prominent large widely spaced joints. Severe shattering along and near fault.

Exposure and Topographic Expression

- * Excellent exposures. Forms continuous cuesta or hogback south of Lucerne valleys.
- * Poorly exposed. Underlies South Valley. Harder beds form low strike ridges.
- * Exposures good to excellent in upper unit, poor in lower unit. Upper unit forms dip slopes, strike ridges, and cliffs; lower unit forms rubbly slopes.
- * Fair to good exposures. Forms cliffs and ledges in upper part, smooth slopes in middle part, slopes and butterslike features in lower part.

Drainage

- * Rapid surface runoff. Rather low permeability
- * Generally good but high water tables locally
- * Mostly permeable and well-drained. Some impermeable zones towards base.
- * High permeability and good drainage
- * Fair to good
- * Fair except in bentonitic zones where it is low.

Slope Stability

- * Moderate. Occasional slumps along steep cuts.
- * Low; Subject to slumping along steep cuts. Somewhat plastic when wet
- * Probably low but no field evidence of failure
- * Very high; forms sheer cliffs.
- * Generally very stable but possible slumping in lower unit.

Workability

- * Easily worked with hand tools or light power machinery
- * Drilling and blasting required in all excavations in firm rocks.
- * Can be excavated with heavy power machinery. Drilling and blasting probably required locally.



第 6 図 アメリカの多目的地質図 (上の表はその説明の一部)

鉱床地質図

鉱床が地下にどのくらい賦存しているかを知ることはその鉱床を開発する場合にはどうしても必要であり地質図はその手段に使われてきた。とくに鉱床の賦存状態に関係した事柄を中心として描いた地質図がここに考えられる。地図上の1つの点を考えた場合に 鉱床地質図としての条件を満足するためには

- (1) その点の地下何mのところ に 鉱床があり
- (2) その場所での 鉱量 (地層の厚さ) はどれ位で
- (3) その場所での 鉱床の質はどの程度か

が表現されなければならない。いろいろの地下探査法はこの答を出すためにあり たとえば堆積性鉱床 石油 石炭 石灰石など各種の非金属鉱床では この答を図上で表現することは容易である。しかし これら地下資源の大部分は一種の私有財産で 鉱業会社では 独自の方式で上記の条件による鉱床地質図を作っているが その性質上大部分は公表していない。後で述べる地下水だけは 誰もが自由に地下に穴を掘って汲み出し 使用するべき性質のもので 鉱床地質図としての地下水図が作成 出版されている。なお 直接地下資源の賦存状態と結びつく諸元を測定して作った いわゆる探査図をその地下資源の開発に用いている場合は 中間の地質図を作るという段階を省略したものともみらるべきである。

水理地質図

水は われわれに最も身近な鉱産物である。幸か不幸か日本では天然の水に恵まれているために とかく水の存在を忘れがちであるが 近年 多量の水を必要とする工業が発達して その水源を地下に求め一時に多量の地下水を汲みあげすぎた結果 さまざまな井戸災害が発生し このことは地下水の賦存状態を前もって調べあげることの重要性を認めさせる結果となった。

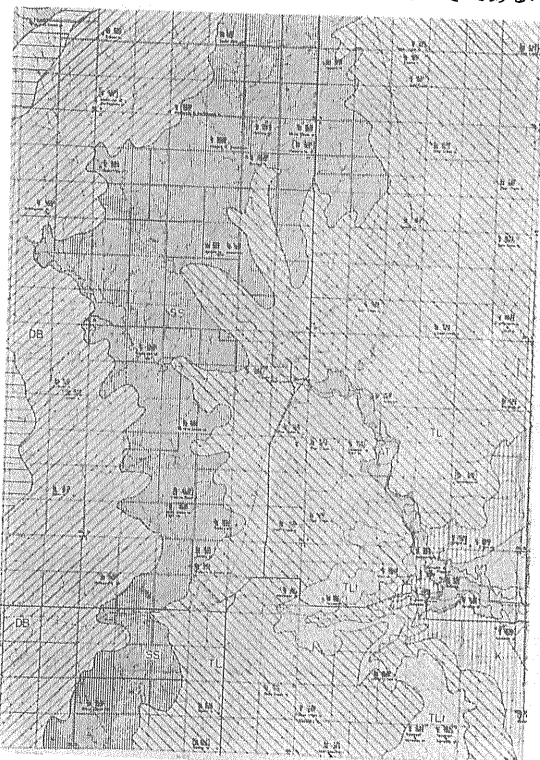
諸外国でも 水資源調査の必要性を知って 地質との関連のもとに地下水 あるいは地表水を研究 調査する部門を地質調査所などに設け その成果を水理地質図として発表しているところが多い。

第 8 図 は アメリカのカンサス州地質調査所が作った地質・鉱産・水資源調査成果付図である。これには地質図 鉱産図および地下水図が1組となって相互に関連しあっている。

この地下水図では 水露頭の位置とその諸元が

- (a) 井戸の型式
- (b) 井戸の直径
- (c) 地表を基準とした地下水位
- (d) 地表からの井戸の深さ
- (e) おもな帯水層 又は取水層

について記され また地域全帯をいくつかの地下水区に分けて その分類の基準とそれぞれの記号が 凡例に出ている 地図上のある点で水を求めるには どうすればよいか分かるようになっている。



地域区分	おもな帯水層	井戸の深さ	水質	取水量
WA	7) Wrefred Limestone (f) 6) Council Grove gr. 中の石灰岩	10~120ft.	良	20~50ガロン/分 上記より少ない
HD	5) Admire gr. 4) 上部Wabaunsee gr. の砂岩・砂質頁岩	10~35ft.	WA地域に 比べ良くない	大部分は水溜り井戸
DB	4) 中部Wabaunsee gr. の石灰岩薄層	20~150ft.	良	概して少ない
SS	4) 下部Wabaunsee gr. の砂岩・砂質頁岩	浅い	良~不良	少量
TL	3) Topeka, Deer Creek, Lecompton f. 中の石灰岩	20~150ft.	通常硬質で有用 時には硬 砂質時に帯水の 含有量が高い	少量
TLt	Tecumseh Shale (f) 上部の砂岩			
K		30~200ft.	概して良	中程度
O	3) Oread Limestone (f) 中の Plattsouth mb. (石灰岩) 一部は Snyderville Shale (mb) 中の砂岩	25~125ft.	概して良	少量
I	2) Ireland Sandstone (mb)	30~200ft.	不良	少量
S	2) Stranger f. 中の砂岩・砂質頁岩	20~100ft.	不良	少量
AT	谷沿いの沖積~段丘堆積層中の砂・礫	層厚5~40ft.	概して良	多量~中程度

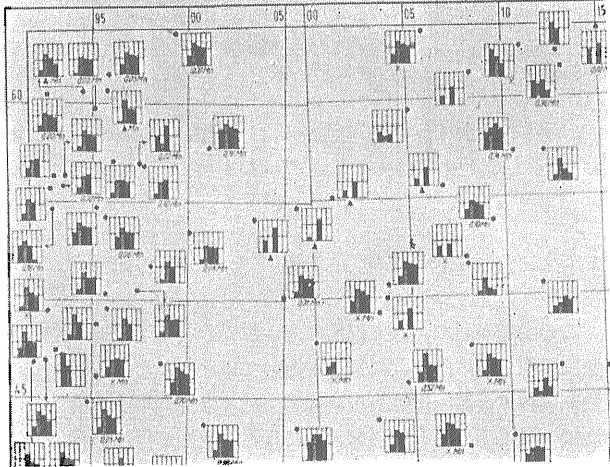
注 g. = group f. = formation mb. = member

7) Chase group	Wolfcampian series	Pennsylvanian System
6) Council Grove gr.		
5) Admire gr.	Virgilian Series	
4) Wabaunsee gr.		
3) Shawnee gr.	Missourian Series	
2) Douglas gr.		
1) Pedee gr.		

左図の説明

第8図 アメリカの地質・鉱産・水資源調査成果付図

Chemischer Charakter des Grundwassers (Darstellung nach F. Preuß)



第9図 西ドイツの水理地質図

第9図は西ドイツの10万分の1地質総合図幅のうちの水理地質図である。この図は地質図(“drift”型式のもの)土壤図水理地質図が1揃いになったもので応用地質図幅の1例にとりあげてもよからう。

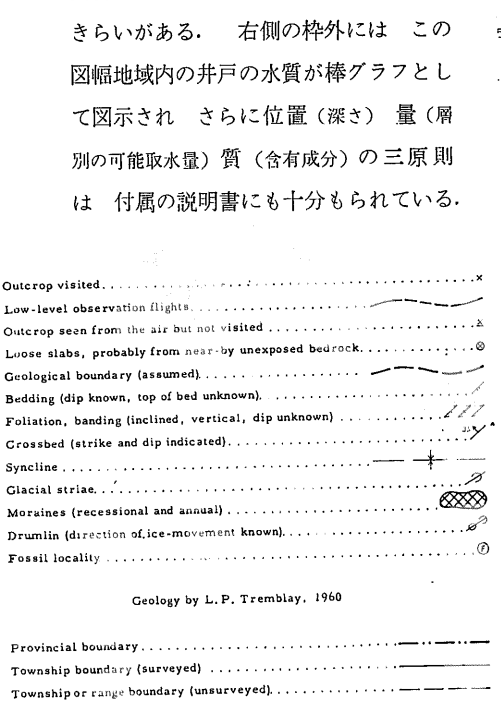
この水理地質図にはおもな帯水層が時代および層相区分のどれに相当するかを記述し、その他参考となる資料が図上にもられているが、多少混雑して読みにくいきらいがある。右側の枠外にはこの図幅地域内の井戸の水質が棒グラフとして図示され、さらに位置(深さ)量(層別の可能取水量)質(含有成分)の三原則は付属の説明書にも十分もられている。

第10図は「公衆の早期出版の要望にこたえて単純化した型式で発行した……」と註記のあるカナダ地質調査所の1インチ:4マイル地質図幅である。この地方はカナダの中央部で飛行機で接近する以外は春か夏の始め頃に小舟で川をさかのぼる方法しかなく、もちろん踏査のルートは絶無の地域である。したがって地質調査も飛行機を利用して行なわれたもので、図上には低空飛行で地表の観察を行なった経路、飛行機から見えた露頭の位置、地上へおとりて調べた露頭の位置が記してある。もちろん地質境界線は実際に地上踏査を行なった部分だけ引いてある。

右側枠外の説明は、この地域は厚い氷成層、風成層などでおおわれていることから始まって、文章の半分は第四紀層について述べてあり、後半に基盤岩石の記載がある。

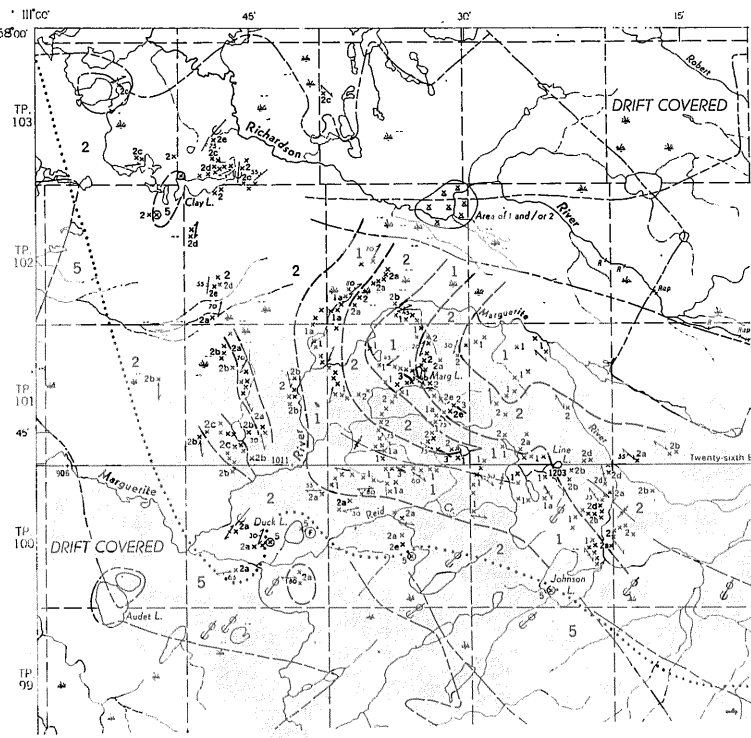
基図は空中写真から調製したもので、湖、水系、沼沢地、急湍の位置および平均海面からの高さが、数カ所に書かれているだけの非常に簡単なものである。

(筆者は地質部 応用地質課)



Geology by L. P. Tremblay, 1960

右の凡例の1部



第10図 カナダ地質調査所の1インチ:4マイル地質図幅